

密度流に依存した樟脳船の振動運動

(広島大院統合生命¹・明治大学 先端数理科学インスティテュート (MIMS)²・東大院総合³) ○川井 望未¹・久世 雅和^{1,2}・松尾 宗征^{1,3}・中田 聡¹

Density flow-dependent oscillatory motion of a self-propelled camphor object

(¹Hiroshima Univ., ²Meiji Univ., ³Univ. of Tokyo) ○Nozomi Kawai,¹ Masakazu Kuze,^{1,2} Muneyuki Matsuo,^{1,3} Satoshi Nakata,¹

A Camphor boat is a self-propelled camphor object (SPC) prepared by gluing small camphor disk to the center bottom of a large polyester disk. In this study, we found the density flow-dependent oscillatory motion of SPC. When the water temperature was high, the density of camphor solution and water was almost the same, and camphor molecules were transported laterally by the Marangoni flow. When the water temperature was low, the density of camphor solution was higher than that of water, and camphor molecules were transported downward. The rate of downward transport was higher at lower temperatures than at higher temperatures. The oscillation period was longer at low temperatures than at high temperatures.

Keywords: oscillatory motion, self-propelled object, density, Marangoni flow

本研究では、樟脳円板をそれよりも大きいポリエステル (PE) 円板の中心底面に接着した自己駆動体を樟脳船と呼ぶ。樟脳船を水面に浮かべると、停止と運動を繰り返す振動を示す。本研究は樟脳分子の密度流に依存した振動運動を発見した。

まず、室内温度 T_r °C の水 12 ml を含んだシャーレ (内径 55 mm、水深 5 mm) の水面に樟脳船を浮かべた。その結果 T_r が低いと長周期であった (図 1)。次に、樟脳円板に蛍光物質である 7-hydroxycoumarin (7-HC) を 1wt% 混合した樟脳船を水面に浮かべた後、紫外線を照射により樟脳分子の分布を間接的に可視化した。運動直前における図 2 中に示す点 A と B での 7-HC の輝度 I_A と I_B を解析した。その結果、容器の底面方向に輸送する割合は低温のほうが高温の場合よりも高かった (図 2)。

$T_r \leq 15^\circ\text{C}$ の場合、振動運動の周期は長く、樟脳分子は容器の底面に向かい輸送した。これは、樟脳水溶液の密度が水よりも高いためと考えられる (図 3)。一方 $T_r \geq 18^\circ\text{C}$ の場合、振動運動の周期は短く、樟脳分子は PE 円板末端まで輸送した。これは、樟脳水溶液の密度が水とほとんど同じで、水面で発生するマランゴニ流によって横方向に輸送したためと考えられる。

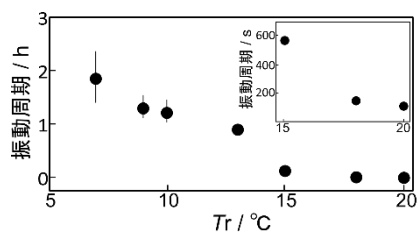


図 1. T_r と振動周期の関係。

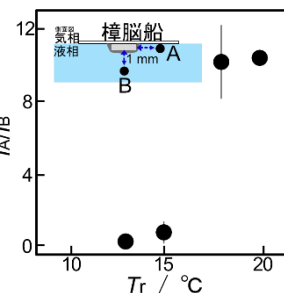


図 2. T_r に依存する輝度の比 I_A/I_B 。

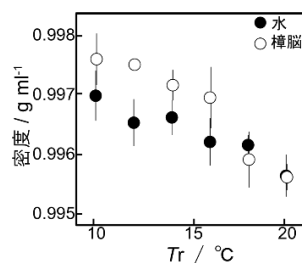


図 3. T_r と水または樟脳水溶液の密度の関係。